

展望論文 (Reviews)

因果推理における2つのシステムと長期記憶の検索

服部 郁子

(立命館大学文学部)

Semantic Memory Retrieval in Causal Reasoning and its Implications

HATTORI Ikuko

(College of Letters, Ritsumeikan University)

In this paper, three causal reasoning models are reviewed. These models attempt to incorporate the semantic memory's retrieval process and the role of the working memory into the causal reasoning process. The findings have revealed an inconsistency between two domains: the automaticity of semantic memory retrieval and the two-system view of reasoning. When people reason from a causal conditional, the information retrieved that is related to the target causal relationship can change mental representation of the relationship between causes and effects. The retrieval process of alternatives and disablers, which is considered to be in System1 (the heuristic process), demands a working memory resource (De Neys, Schaeken, & d'Ydewalle, 2005). It is argued that each stage of reasoning systems should include both heuristics and normative procedures at different levels.

Key Words : two systems of reasoning, working memory, memory retrieval , alternative causes, disabling conditions

キーワード：推理の2つのシステム、ワーキングメモリ、記憶検索、代替原因、不可能化条件

はじめに

何かが起きるとき、あるいは何かをしようとするとき、われわれはその結果として何が起きるか（時には意識することなく漠然と）予測することができる。そしてこの予測をもとに、期待される結果を得るため、あるいはその結果を避けるために、どのように行動すべきか思考し、行動する。一方、予測に反して期待される結果が起きなかったとき、我々はその原因を推

測することができる。また、これらの思考やそれに基づく知識を記憶し、必要に応じて再び行動や環境を調整するために利用する。これらは因果推理、原因帰属、因果帰納などと呼ばれ、哲学や心理学において古くから数多くの研究が行われてきた（e.g., Kelley, 1967）。事象間に因果関係を発見し、利用する能力は、人間を含む多くの生物にとって、欠かすことのできない基本的認知機能のひとつである。

霊長類、とりわけ人間は因果関係を思考する能力に長けている。パターン化された固定的な

行動の割合が減り、複雑で多様な行動を取ることができる。高度に進化した脳とその記憶は、多様で複雑な行動によって生じる環境からの大量の情報を素早く処理し、因果関係を思考するための基礎を提供している。思考における記憶の重要性はこれまでも明に暗に指摘されてきたが、思考のモデルにおいて、実際に組み込まれている事例は少なかった。近年、長期記憶の検索プロセスやワーキングメモリの特性といった記憶研究で得られた知見を、推理¹⁾や思考過程のモデルに取り入れようという試みが増えつつある(e.g., De Neys, Schaeken, & d'Ydewalle, 2002)。

本論文では、長期記憶の検索を推理過程に組み込んだ複数の因果推理モデルを概観すると共に、これらのモデルが提起する問題点を論じる。これらのモデルは、これまでに記憶の領域で得られた長期記憶やワーキングメモリに関する知見を推理過程に取り入れることによって、別々に研究が進められてきた2つの領域を結びつけるひとつの可能性を示した。しかし一方、これらのモデルが示唆する推理中の長期記憶検索の自律性は、近年、推理・思考の領域で多くの理論家によって支持されるようになった思考の2つのシステム(e.g., Evans & Over, 1996; Sloman, 1996; Stanovich, 1999)という考え方と相反するようにみえる。本論文では、これらの因果推理モデルを概説すると共に、因果推理研究の重要な考え方のひとつである思考の2つのシステムおよび思考の合理性において、これらのモデルが示唆する問題点を示し、因果推理

研究の将来的な方向性を考えたい。

本論文では、まず最初に、因果と関連の深い条件文推理について、論理的構造と先行研究で論じられたその解釈の問題を簡単に説明する。続いて、因果条件文における解釈と、その解釈に影響する長期記憶の知識検索の問題、これらを踏まえて提唱された複数の因果推理モデルについて概説する。最後に、これらのモデルが含意する問題について、思考の2つのシステムと合理性という観点から論じ、因果推理研究への展望とする。

条件文と因果

因果関係は日常的に条件文の形式を使って表現されることも多い。例えば、「その牛乳はなんだか酸っぱい臭いがするよ。(もし)酸っぱい臭いのする牛乳を飲めば(p), 腹痛をおこす(q)。だから、飲むのは止めたほうがいい。」という発言がなされたとする。この第2文は、因果関係を表した条件文の形式(If p Then q)を満たしている。以降、 $p \rightarrow q$ と表記する。 p と q の部分はそれぞれ前件と後件とよばれる。

条件文は極めてシンプルな論理形式のひとつであるが、条件文論証を課題に用いた推理研究は、後述の内容効果のように、人の推理の興味深いが非常に複雑な問題を提起してきた(e.g., Evans, Newstead, & Byrne, 1993; Manktelow, 1999)。因果は必ずしも常に条件文で表現されるという訳ではなく、また、条件文で表されるものが全て因果関係という訳でもない。しかし、条件文と因果とは密接な関係があり、因果推理における解釈について論じる前に、条件文の論理的解釈と、条件文を用いた推論研究でこれまでに論じられた知見から、関連する問題をここでまとめておく。4枚カード問題および条件文推理については、ここで述べた真理関数的解釈の議論の他にも、実用的推論スキーマ(Cheng

1) 推論(inference)と推理(reasoning)は、前者が前提から帰結を導き出す思考過程を指すのに対して、後者はその推論を含めた全体としての結論を導くための思考過程を指して使われることが多い。両者の区別はそれほど厳密ではなく、区別されないことも多い。本論文では、長期記憶の知識のような、前提や課題に明示されていない情報を含んだ思考を指していることが多いため、推理という用語を基本的に用いているが厳密な区別ではない。なお、論証形式や、一般的に定着した用語は、推論と表記した。

& Holyoak, 1985) や社会的交換理論 (Cosmides, 1989) といった推論スキーマの抽象性や生得性に関する議論, 関連性理論 (Sperber & Wilson, 1986) の観点, 情報獲得 (Oaksford & Chater, 1994) の観点など, 多くの研究と様々な角度からの議論が続いている。それらは本稿の論点とははずれるため, ここでは触れない。

条件文の論理的解釈

条件文は前件や後件の肯定または否定を組み合わせることによって, 4つの論証形式をつくることができる (Figure 1)。例えば, 上の条件文 ($p \rightarrow q$) と, “亜紀子は酸っぱい臭いのする牛乳を飲んだ (p)” という事実から, “彼女は腹痛をおこすだろう (q)” という結論を引き出すのは前件肯定, または肯定式 (modus ponens; MP) と呼ばれる論証形式にあたる。同様に, $p \rightarrow q$ と $\neg q$ (\neg は否定を表す) から $\neg p$ を導くものを後件否定, または否定式 (modus tollens; MT) と呼ぶ。 $p \rightarrow q$ と $\neg p$ から $\neg q$ を導くものを前件否定 (denial of the antecedent; DA), $p \rightarrow q$ と q から p を導くものを後件肯定 (affirmation of the consequent; AC) と呼ぶ。

条件文は2通りの真理関数的解釈をもつ (Table 1)。古典論理では通常, 条件文は実質含意として解釈される。それは単に, 前件 p が真になるとき後件 q は必ず真となるということだけを意味する。したがって, MPとMTは論理的に正しい推論 (妥当) となる。しかし, DAとACは, 前件あるいは後件の真偽が判明

前件肯定 (MP)	前件否定 (DA)	後件肯定 (AC)	後件否定 (MT)
$p \rightarrow q$	$p \rightarrow q$	$p \rightarrow q$	$p \rightarrow q$
p	$\neg p$	q	$\neg q$
q	$\neg q$	p	$\neg p$

Figure1. 条件文の4つの論証形式。実質含意解釈では両端の2つの論証形式のみ, 実質等値解釈では4つの論証形式すべてが妥当な推論となる。

Table1. 条件文の真理値表

前件 p	後件 q	実質含意 $p \rightarrow q$	実質等値 $p \leftrightarrow q$
真	真	真	真
真	偽	偽	偽
偽	真	真	偽
偽	偽	真	真

してももう一方の値は確定できない。したがって, DAとACは論理的に誤った推論 (誤謬) となる。一方, 実質等値という解釈の下では, 前件 p が真のとき後件 q は真となる。その逆もまた成り立つ。したがって, 前件あるいは後件の真偽が判明することによってもう一方の真偽が確定されるため, 4つの論証形式はすべて妥当となる。

意味内容と心的表象

条件文を使った最もポピュラーな推理課題のひとつがウェイソンの考案した4枚カード問題である (Wason, 1966)。この課題は, 例えば, 「カードの片面が母音であれば (p), もう一方の面には偶数がある (q)」という規則が守られているかどうかを調べるために, 母音のカード (p), 子音のカード ($\neg p$), 偶数のカード (q), 奇数のカード ($\neg q$) の4つのカードのうちから, 確認しなければならないカードを過不足なく選択するというものである。上述のような抽象的な条件文規則を使った場合, 論理的に正しく規則を解釈し, 必要不可欠なカードを正しく選択できる実験参加者の割合は, 通常10%以下であることがよく知られている (e.g., Johnson-Laird & Wason, 1970)。一方, 「酒を飲んでいなければ, 20歳以上である」のような, 現実世界においてなんらかの意味をもつ主題を付加した規則を与えた場合には, 論理的な正解を選択する割合が格段に高くなる (e.g., Evans et al., 1993; Wason & Johnson-Laird, 1972)。課題の論理構造が全く同じであるにもかかわらず, 条件文の“内容”によって実験参加者のパフォー

マンスが変化する。これを内容効果という。

条件文推理の結果を複雑にさせるひとつの理由は、その“内容”が条件文の解釈、すなわち心的表象の構成に影響することによるといわれる (Thompson, 1994)。「もし p ならば q である」という条件文を、「もし p ならばそのときだけ q である」と解釈することを、条件文の双条件解釈という。双条件解釈は実質等値 ($p \leftrightarrow q$) に相当する。内容効果の真理関数的説明によると、抽象課題は双条件的に解釈されることによって正答率が低くなるが、飲酒課題はその“内容”が含意的解釈を引き出すために、論理的な正解の選択率が高くなるという。ただし、この“内容”という言葉は食わせ者である。“内容”が我々の長期記憶と関わりがあることは明らかであるが、条件文推理の結果を全て、Griggs & Cox (1982) のような単なる記憶喚起 (memory cuing) として説明することは難しい。長期記憶が推理過程のどの段階でどのように関わることかということが、具体的に説明されなければならない。

また、Evans et al. (1993) は複数の研究結果のメタ分析によって、実験参加者のパフォーマンスは、2つの解釈の違いによるという真理関数的説明には完全に一致するとはいえないと主張した。例えば、条件文の解釈の違いによる真理関数的な説明では、MTの正答率がMPのものよりも常に低いことを説明できない。これに対して、推理者の潜在的な推理能力 (competence) と、その顕在化したパフォーマンス (performance) とは区別する必要があると指摘された。すなわち、MTでは否定辞の処理という負荷が加わったために、パフォーマンスが低下したと説明される。推理能力とパフォーマンスとを区別するとしても、これまでの結果を完全に説明することはできないが、両者を区別し、考慮することは認知的制約の観点からも推理研究において重要である。

因果条件文の解釈

前述の通り、因果関係は条件文を使って述べる事が可能である。したがって、因果等を含まない直説法条件文 (indicative conditionals) の論理的解釈と推理の問題は因果条件文にも当然引き継がれることになる。加えて、因果関係の表象化には、さらに複雑な解釈の問題が指摘されている (Fairley & Manktelow, 1997)。現実世界における事象の関係は複雑に絡み合っており、その生起は不確実で、さまざまな複合条件の組み合わせ次第で変わりうる。そのため、因果条件文の因果的な必要十分関係と論理的な必要十分関係とは必ずしも一致するとは限らない。例えば、Fairley & Manktelow (1997) は、第3の解釈、ある原因はある結果にとって必然だが十分ではないという因果関係の存在を指摘している (see also, Cummins, 1997)。

確かに、下記の (a) のような物理的因果関係を扱った“内容”の条件文は一般的に双条件として解釈されやすい (Fillenbaum, 1975, 1976)。一方、(b) の因果条件文のように双条件として解釈されることがほとんどないものもある。通常状況では、正しいスイッチを押すということは部屋の明かりが点くという結果の必然かつ十分な原因である。この見方は、双条件解釈に合致する。また、酸っぱい臭いのする牛乳を飲むことは、腹痛という結果を引き起こしうるが、我々は腹痛は他の原因によっても生じることを知っている。そのため、この因果関係は、十分条件ではあるが必然条件ではないと解釈されやすい。これは含意条件解釈と一致する。

- (a) 正しいスイッチを押せば、部屋の明かりが点く。
- (b) 酸っぱい臭いのする牛乳を飲めば、腹痛をおこす。
- (c) タイヤに限度以上の空気をいれると、タイヤはパンクする。

一方、(c)の因果関係は、双条件解釈にも含意条件解釈にも一致しないという解釈を受けやすい。この前件は通常の状況では後件を引き起こすのに必然であるが十分ではない。もしタイヤのゴムの膨張許容率が非常に高ければ、タイヤに限度以上の空気が入れても、タイヤはパンクせずに膨らみつづけるかもしれない。因果の条件文は、このような不確定性や程度のような性質を持つものが多く、共変動(contingency)と確率的概念の必要性が指摘されている(Cheng & Novick, 1992; Cheng, 1997)。

因果推理における長期記憶の影響

通常、推理研究では実験参加者は提示された課題の中の情報にのみ基づいて推理することを求められる。条件文を論理的に正しく推理するためには、前提に明示されていないその他の要因を推理過程に組み込んではいならない。しかし実際には、これまで数多くの研究によって、実験参加者は課題に関連した知識を推理の過程に組み込むことが多いということが指摘されてきた(for reviews, e.g., Evans et al., 1993; Manktelow, 1999)。我々は現実世界について持っている知識から、タイヤがパンクするという事象は、タイヤが釘を踏むといった、他の原因によっても起こりうるということを容易に思いつくことができる。意識するにせよ、しないにせよ、これらの知識は心的表象の構造を左右しうる。膨大な背景知識を思考に柔軟に取り入れることは、人間の思考の最大の特徴であるといえる。近年、知識の検索と利用を推理過程に取り入れた因果推理のモデルがいくつか提案されている。

知識と因果解釈：Cummins (1995) のモデル

Cummins, Lubart, Alksnis, & Rist(1991)は、

因果条件文を推理課題の前提に用いた時、その因果関係に関する実験参加者の知識が、彼らの因果推理のパフォーマンスを変える可能性があることを指摘した。すなわち、当該の因果関係に対して潜在的に存在する代替原因や不可能化条件に関する知識が、推理課題の結論を実験参加者が受容する割合に影響する(see also, Cummins, 1995)。代替原因(alternative causes)とは、当該の原因事象が起きていないにもかかわらず、同じ結果を生じさせる他の事象のことをいう。たとえタイヤに空気を入れすぎていなくても、タイヤが釘を踏んでしまうことによって、タイヤがパンクするという同じ結果が生じうる。したがって、タイヤが釘を踏むことは、空気の入れすぎに代わってタイヤをパンクさせる代替原因のひとつである。一方、タイヤのゴムの膨張率が異様に高ければ、車の走行には支障をきたすかもしれないがパンクさせずにいくらかでも空気をいれることができるかもしれない。不可能化条件(disable conditions)とは、当該の原因と考えられる事象が生じている(空気をタイヤの表示の限度以上に入れている)にもかかわらず、結果(タイヤがパンクする)が起こることを妨げる事象をいう。タイヤのゴムの膨張性能は不可能化条件のひとつといえる。

Cummins (1995) は、当該の因果関係に関して、実験参加者が知識から想起しうる他の要因の数、すなわち代替原因や不可能化条件の数が因果的な必然十分関係の解釈に影響するという因果推理モデルを提案した。このモデルによると、因果条件文が多くの代替原因を持つとき、当該の原因事象の因果的必然性は低く知覚される。そのため、因果判断スキーマ(Table 2)によって、実験参加者はDA、ACの論証の結論を受け入れにくいと感じる。これらの論証形式は含意条件文解釈の観点では妥当でない推論である。つまり、妥当でないDAおよびAC推

Table2. Cummins(1995)の因果判断スキーマ

-
- E1: Cが存在し、十分である（と判断された）
ならば、Eは起きる。
- E2: Cは存在するが、十分でないならば、
Eの生起に関して結論は出せない。
- E3: Eが生起し、それに対してCが必然である
ならば、Cは存在する。
- E4: Eは生起したが、Cは必然でないならば、
Cの生起に関して結論は出せない。
-

論の正答率が高くなると予測される。一方、因果条件文が不可能化条件を多く持つとき、因果的十分性は低いと知覚される。同様に、因果判断スキーマによって、MP、MTの結論を受け入れがたいと感じる。MPとMTは妥当な推論であるので、MPとMTの正答率は低くなると予測される。実験の結果はこれらの予測と全般的に一致した（Cummins et al., 1991；Cummins, 1995）。

Cumminsらの研究では、推理課題を行う実験参加者とは異なる、別の実験参加者にあらかじめ代替原因と不可能化条件を想起させ、これらの要因の数を統制した因果条件文を推理課題に用いている²⁾。因果推理課題を実際に行った実験参加者が実際に想起した要因数は調べられていない。したがって、ここでいう他の要因の想起されうる数には実験参加者間で一般性があるということが前提となっている。また、釘を踏む、空き缶を踏む、割れたガラスを踏むなど、判定者によって類似していると判定された事象はまとめられ、1つの要因とカウントされた。例えば、ブレーキペダルを踏んでも車が減速しないとき、車についての知識が少ない人はブレーキが故障したという‘1つ’の不可能化条件を想起するかもしれない。しかし、車についての知識が多い人ならば、ブレーキペダルが折れた、ブレーキオイルがない、ブレーキのベルト

2) 代替原因と不可能化条件が、多多、多少、少多、少少、の因果条件文を各4ずつ用意した。

が外れているなど、‘複数の’不可能化条件を思い浮かべるかもしれない。このような‘複数の’要因を想起できる場合、それらの要因の因果的影響力は強く知覚される可能性がある。要因の数の定義と、因果的関連性の強さについての問題が示唆される。

Quinn & Markovits (2002) のモデル

Quinn & Markovits (2002) は、代替要因や不可能化条件といった要因は長期記憶の中に貯蔵された知識であるという観点から、因果条件文推理中に生じる長期記憶の検索に焦点をおいた意味的関連性モデルを提案した³⁾。当該の因果関係に対する潜在的な代替原因の数と、実験参加者がACおよびDA論証において、与えられた結論は不確実である⁴⁾という選択肢を選択する割合との間には比例的な関係が存在する（Cummins, 1995; Cummins et al., 1991）。すなわち、代替原因の潜在的な数が多いほど、ACとDAの正答率は高くなる。ただし、検索において鍵となるのは、潜在要因の知識内の存在数だけでなく、その相対的な利用可能性（relative accessibility）も重要であるという（e. g., Markovits & Vachon, 1990；Thompson, 1994）。

例えば、釘を踏むことはパンクの原因として一般的に想起されやすい。このような意味的関連性の強いものが当該の因果関係の潜在要因のひとつである場合、長期記憶から検索される可能性は高い。長期記憶内に相対的な利用可能性の高い関連知識が存在すれば、推理の際に検索されパフォーマンスに影響を及ぼす可能性も高くなる。意味的関連性モデルによると、潜在原

3) 本論文では、便宜上意味的関連性モデルと記載しているが、一般化された名称ではない。提唱者たちは、この他にも検索モデル、プロセス理論などいくつかの名称を使用している。

4) 含意条件文解釈では、ACおよびDA論証の結論は前提から一意に決定されない。したがって、不確実という反応は正答に相当する。

因と前提の後件（当該の因果関係の結果）との間の意味的関連性の強さ（the strength of the semantic association）もまた、ACとDAに対する不確実反応の割合に影響するという（Quinn & Markovits, 1998）。したがって、前提についての推理者の知識の量（quantity）と内的構造（internal structure）の両方がACとDA形式の反応に影響するといえる。

Quinn & Markovits (2002) のモデルは、独立した理論というよりは、Johnson-Lairdらのメンタルモデル理論（e. g., Johnson-Laird, 1983 ; Johnson-Laird & Byrne, 1991, 2002）に修正を加え、拡張したものの1つであるといえる。長期記憶から検索された背景知識が表象、すなわちメンタルモデルにどのように組み込まれるのかを具体的に述べている。初期モデル（initial model）から完全明示モデル（fully explicit model）を構築する際、長期記憶から検索された潜在要因がメンタルモデルに組み込まれると考えることによって因果推理課題の結果を説明しようとする。

まず、第1前提“if p then q ”で与えられた情報を使って、推理者は次のような初期モデルを作る。1行目は p と q が共に存在することを表すメンタルモデル、2行目の…は、他のモデルが存在する可能性を表す。

p	q
...	

推理者はまずこの初期モデルから結論を引き出そうと試みるが、必要なときにはさらに他のモデルを加えることによって具体化する（flesh out）。具体化は、意味記憶内の情報が活性化されることによって起こる。ACやDAの場合、もし潜在原因に関連した情報が活性化されれば、初期モデルに組み込むことが可能となる（Markovits, 2000）。活性化の結果は、（潜在原

因と）前提の後件との相対的な関連性の強さに依存する。もし推理過程でなんらそういった情報が十分に活性化されないならば、推理者はもとのモデルを事実上の双条件として具体化する。そのため、ACとDAの両方に誘導推論を作りやすくなる。

p	q
$\neg p$	$\neg q$

しかし、もしも代替原因（ a ）が十分強く活性化されたならば、次のように具体化モデルへと組み込まれる。このような表象から、推理者は2つの妥当でない推論形式に不確実反応を与えやすくなる。

p	q
$\neg p$	$\neg q$
a	q

プロセス理論によると、実験参加者は推理の間に長期記憶を検索する。少なくともひとつの潜在的原因、すなわち、メンタルモデル理論の用語で言えば、反例をみつけることができたならば、それを双条件として不完全に具体化されたモデルに組み込む。反例を組み込んで完全に具体化されたモデルによって、推理者はDA、ACの与えられた結論以外の組み合わせ（反例）がありうることに気づくため、DA、ACに対して確実ではないという反応（正答）をする傾向が高くなる（Markovits, 2000 ; Markovits & Barrouillet, 2002）。もしある潜在的な代替原因の、当該の結果に対する意味的関連性が十分に強いならば、その代替原因は検索において活性化されうる。代替原因が検索される確率は、長期記憶の中で現在利用可能な潜在原因の数が多いほど高くなる（e. g., Quinn & Markovits, 2002 ; Markovits & Barrouillet, 2002）。

ワーキングメモリと関連要因の検索

De Neysらは、上述の先行研究と同様に、代替原因と不可能化条件の長期記憶からの検索が因果条件文推理に影響することを示した (De Neys et al., 2002)。さらに、ワーキングメモリの容量や負荷の程度と、反例となりうる情報の長期記憶からの検索との関係を調べた (De Neys, Schaeken, & d'Ydewalle, 2005)。実験参加者は反例生成課題とワーキングメモリの容量を測定する課題とを与えられた。ワーキングメモリの容量が大きい者ほど、制限時間内に生成した反例数が多かったことから、ワーキングメモリの容量と探索効率との関連性を指摘している。さらに、推理中に、二重課題によってワーキングメモリに負荷を与え、検索パフォーマンスに対する効果を調べた。注意を必要とする第二課題によってワーキングメモリに負荷がかかると、全般的な探索効率は低下した。ただし、負荷による効果は、最も強い因果的関連性をもつ反例に対しては弱かった。これらの結果から、長期記憶に貯蔵された、因果条件文に関連する反例の検索は、自動的な探索コンポーネントによって行われる。しかし、推理と同様に、探索プロセスもまた、実行ワーキングメモリのリソースを必要とすると主張した。

推理の2つのシステムと長期記憶の検索

2つの合理性

思考研究における人の推理のエラー（誤謬）やバイアスに対する見方はこの20年余りの間に大きく変化したといえる。従来、推理や意思決定の研究では、どのように考えるべきかという思考の論理的形式が重視されてきた。論理的形式を重視する従来の観点からは、4枚カード問題に代表される、エラーやバイアスを示す人間の思考は、合理的ではないとみなされてきた。一方、人間の思考は、何について考えるのかと

いう主題内容やその提示された文脈に対して強く結び付けられている。(e.g., Johnson-Laird & Byrne, 1991; Manktelow & Over, 1993)。人は前提にない情報を付け加えて推理し、課題の内容や文脈によって容易に回答が変化する。しかし、これらはでたらめな変化ではなく、エラーには推理者間に共通した傾向（バイアス）がみられる。この一因は、好むと好まざるとに関係なく、当該の問題に関連した背景知識が人の思考に組み込まれ、重要な役割を果たすことによる。(e.g., Evans et al., 1993; Falmagne & Gonsalves, 1995; Manktelow, 1999; Wason & Johnson-Laird, 1972)。近年、このような人の思考は、むしろ環境に適応した合理的なものであると考えられるようになってきた。

人間が日常的に推理や意思決定を行うのは、例えばチェスのような、よく定義された問題空間 (well-defined problem space) を持つ問題ではないことが多い。問題空間自体が曖昧であったり、時々刻々と変化したりする、よく定義されていない問題空間 (ill-defined problem space) を扱う場合の方がむしろ多いといえる。このような問題空間では前提や条件は可変的であったり、あるいは不明であったりすることも珍しくない。さらに、限られた時間の中で、限られた認知リソースで、推理や意思決定を行うことが必要となる。無制限に時間をかけ、可能な全ての選択肢を考慮した上で、最良のものを選ぶというのは現実的に不可能である。時間や認知的リソースといった制約条件の下では、その場で得られる選択肢の中から、ある一定の主観的な要求水準 (aspiration level) を満たすものを選択することが、むしろ合理的であるといえる。これを有界合理性 (bounded rationality) という (Simon, 1957)。人間の行動にこのような合理性を仮定することによって、信念や価値、欲望といった従来の思考研究では扱い難かったものと、行動やその基底にあ

る思考とを一貫したシステムで説明することが可能となる (Chater & Oaksford, 2004)。

推理における長期記憶の知識の利用は、人が日常的思考においてどのように認知的制約を緩和し、効率よく目標を獲得できるのかを説明する鍵となる重要な要因のひとつと考えられる。前提に示されていない情報を長期記憶から検索し、勝手に付け加えて推理するという一見非合理的な思考様式は、プラグマティックな観点においてはむしろ合理的であるといえる (e. g., Evans & Over, 1996; Gigerenzer & Selten, 2001; Gigerenzer, Todd, & The ABC Research Group, 1999; Oaksford & Chater, 1993)。なぜなら、人間の思考が時間や認知的リソースといった制約条件の下で行われることを前提とするならば、条件や問題空間について得られる情報は常に部分的で不確実とならざるを得ない。長期記憶から関連性の高い（と思われる）情報を追加することは、曖昧な条件や問題空間をより明確にし、100%確実とは言えなくても、制約条件の下で目標を獲得できる確率を高める可能性がある。Cummins (1995) をはじめとする、一連の長期記憶検索を取り入れた推理モデルは、この新たな合理性という観点から、現実の人間の推理により近いモデルであるといえる。

Simonの有界合理性という見方を受けて、近年多くの理論家たちが、日常的合理性和形式的合理性を区別し、両者を組み込んだ理論を模索するようになった。Evans & Over (1996) は、合理性の2つの概念を次のように区別する。合理性1 (*Rationality*₁) は、自分の目標獲得のため、一般に信頼しうる効果的な方法による思考、談話、推理、意思決定、行動をさす。合理性2 (*Rationality*₂) は、規範理論に認められた根拠を持つときの思考、談話、推理、意思決定、行動をさす。人々は自分の目標を獲得するという意味においては大体合理的（合理性1）であるが、規範理論によって認められたもっと

もな根拠 (good reasons) によって推理、あるいは行動する能力は限られたものしか持っていないという（合理性2）(see also, Evans & Over, 2004)。2つの合理性の区別には、他にも、適応的合理性 (adaptive rationality) と規範的合理性 (normative rationality) (Anderson, 1990)、進化的合理性 (evolutionary rationality) と規範的合理性 (Stanovich, 1999) が提案されている。

これらの見方は、規範的合理性とは異なるもうひとつの合理性が人間の思考にあると捉えている点で共通している。しかし、日常的合理性がどの程度形式的規範性を持つのかについては議論が分かれている (Chater & Oaksford, 2008)。Chater & Oaksford (2004) は、2つの合理性を形式的規範性によって完全に区分することの問題点を指摘している。日常的合理性の基礎となる認知プロセスが矛盾なくうまく働くためには形式的規範性が必要であり、合理性1 (Evans & Over, 1996) のように、全く形式的規範性によって正当化されない思考や行動によって日常的合理性が達成されると考えるのは難しいと批判している。

長期記憶を組み込んだ因果推理モデルにおいても、これは考慮すべき重要な点であると考えられる。例えば、Quinn & Markovits (2002) のモデルのように、長期記憶から検索した代替原因を組み込んでメンタルモデルを構築するとする。因果スキーマ (Cummins, 1995) のように、カプセル化されたプログラムが半自動的に起動されると考えるならばともかく、代替原因を既存のメンタルモデルのどこにどのように組み込むべきかを決定するためには、少なくともある程度の形式的規範性は当然必要となる。前提にない情報を推理に組み込むのは形式的合理性には合致しない。しかし、日常的合理性が形式的規範性を一切持たず、ヒューリスティクスのみで行われると考えるのもまた難しい。日常

的合理性をどのように定義するかは、後述の2つのシステムという考え方にとってクリティカルな問題といえる。

思考の2つのシステム：区分の曖昧性

2つの合理性という観点に沿って、人間の思考には2つの認知処理プロセスが存在するという見方がなされるようになった (e.g., Evans, 1989 ; Evans & Over, 1996 ; Sloman, 1996 ; Stanovich, 1999)。これらの見方を総称して、ここでは2つのシステムと呼ぶ。各理論によって、2つのシステムの名称や特性には違いがあるが、一般化すると次のようなシステムから構成される。システム1は、ヒューリスティクスによる、自動的で認知的負荷の少ない処理プロセスである。システム2は、情報の精査や論理的的分析的思考を伴い、より正確だが処理スピードが遅く、認知的負荷の高い処理プロセスである。人間は日常的思考において、ヒューリスティック過程によってまず情報を処理する (システム1)。これは、100%確実とはいえないが、うまくいくことが経験的に多く、ワーキングメモリなどの認知的負荷が少ない処理プロセスである。このプロセスでは、結果の完璧性や確実性よりも、いかに素早く効率的に一定の要求水準を満たす結果を得るかということが重要となる (e. g., Gigerenzer et al., 1999)。このシステムで要求水準を満たす結果が得られないとき、あるいは、より高い要求水準の結果を期待するときには、さらに分析的過程によって、取得しうる、より多くの情報を詳細に吟味する (システム2)。Gigerenzer & Selten (2001) は、このシステム1が、様々な領域固有の問題に対するヒューリスティクスの集合体、適応的ツールボックスによって処理されると提唱する。

研究ごとに傾向に一部一致しない点もみられるが、検索された反例の推理過程における効果は十分確証されたといえるだろう (e. g., Byrne,

1989 ; Cummins, 1995 ; Cummins et al., 1991 ; De Neys et al., 2002, 2005 ; Quinn & Markovits, 1998 ; Thompson, 1994)。推理者は、因果に関連した他の要因を長期記憶から検索し、前提に明示された情報に付け加えて推理を行う。代替原因や不可能化条件といった、反例の探索効率は推理の結果をダイレクトに左右する。より多くの反例が検索可能であるほど、それと異なる結論が受け入れられる傾向は低下する (Liu, Lo, & Wu, 1996)。このような推理のやり方は、時には我々を誤った結論に導くこともある。オーソドックスな論理学の観点からは誤った推論かもしれない。しかしながら、現実世界の事象は他の事象と多くの結びつきを持っている。当該の因果関係だけを妥当な推論形式に則って推理したとしても、他の関連した事象を考慮しない推理の結論は現実的に意味をなさない可能性が高い。一方、もし人々が常にあらゆる関連事象をすべて考慮しようとするならば、決してどんな結論にもたどり着くことができない。ゆえに、関連要因の知識や因果的強度に関する知識の利用は、因果推理におけるヒューリスティクスのひとつとして考えることができる。これらの実用的要因を推理過程に統合することは、認知資源の不必要な負荷を避けるための、現実世界の思考における有益なやり方といえるだろう。

推理研究では一般に、背景知識や反例に関する知識を検索する過程は認知的負荷の少ない、自動的なメカニズムであるとされる (e. g., Cummins, 1995 ; Evans & Over, 1996)。思考の二重プロセス理論 (the dual process theories) では、背景知識と課題内容の効果をヒューリスティクス、つまり、システム1の処理に帰属してきた (e. g., Evans & Over, 1996 ; Sloman, 1996)。De Neysらは、意味記憶の検索が自動的に生じると同様に、推理中の関連要因の検索も自動的に起こると主張した

(De Neys et al., 2002)。しかし、ワーキングメモリに与えた負荷が検索効率を落とすという結果から、思考の二重プロセス理論という考え方に疑問を投げかけている (De Neys et al., 2005)。つまり、認知的負荷の少ない自動的なメカニズムであるはずの関連知識の検索が、少なからずワーキングメモリを使用しているようにみえることから、システム1のような、ヒューリスティクスによる負荷の少ない自動的な処理過程の独立性を疑問視している。

Quinn & Markovits (2002) および Cummins (1995) は、長期記憶の検索が自動的に生じるかどうかは明示的に述べていない。しかし、長期記憶内の潜在要因自体がもつ、当該の因果関係との意味的関連性が、検索されやすさを決めるという主張は、検索が自動的に生じるということに暗に意味すると考えられる。これらのモデルでは、意味的に関連した情報が長期記憶内に多くあるほど、検索可能性が高いと仮定している。結果的に反例が見つかるかどうかは長期記憶の情報しだいであるが、意味的関連性の強い情報があるかどうかを知るためにはとりあえず検索が行われなければならない。したがって、3つのモデルでは、その後の推理がメンタルモデルによるのか、因果スキーマの起動によるのかは別として、関連要因の検索を推理過程に組み込んだ分析的処理（システム2）が常に生じているということになる。

これらの余分な要因を、少なくとも推理の第一段階で常に考慮するというのは、人の推理の節約的特性 (Gigerenzer & Selten, 2001; Gigerenzer et al., 1999) という観点からはもったもらしくない。日常的合理性という観点からは、人間の思考は2つの認知処理プロセスからなり、より正確な判断が必要とされるとき、あるいは、推理者が当該の因果関係の因果的関連性の強さが十分でないと感じたときにだけ、他の可能性を考え始めるという方がむしろ自然に

みえる (e. g., Evans, 1989; Evans & Over, 1996; Sloman, 1996; Stanovich, 1999)。この食い違いの原因のひとつは、おそらく、ヒューリスティクス、およびそれを組み込んだ2つのシステムの定義の曖昧さにあると考えられる。

二重プロセス理論をはじめ、現在の2つのシステムの理論は、各システムの処理過程が何を含み、何を含まないのかという根本的な点がどの理論においても曖昧であるようにみえる (e.g., Evans & Over, 1996)。日常的合理性が形式的規範性を必要とせずに成立しうるのかという問題と同様に、システム1、システム2がそれぞれ単純に、ヒューリスティクス過程のみ、分析的論理的過程のみと考えるのには無理があるのではないだろうか。システム1が、基本的にヒューリスティクスを利用した処理過程であるとしても、どのヒューリスティクスが課題に適用できるのかを検討するためには、長期記憶の知識の検索が必要となる。一方、システム2で、十分な分析的処理をするためには、例えば不可能化条件のような関連要因の考慮が必要不可欠である。また、どちらの処理においても、ある程度の形式的規範性は最低限必要である (e. g., Chater & Oaksford, 2004)。

2つの合理性と2つのシステムとは1対1の対応である必要はない。システム1、システム2という異なった処理レベルにおいて、そのどちらの段階でも2つの合理性を考える必要があるのではないだろうか。長期記憶からの代替原因や不可能化条件の検索と利用が、システム2における処理と考えるならば、ワーキングメモリにかかる負荷という記憶研究の知見と矛盾しない。一方、これらの情報の因果的関連性の強さの判断は、論理的分析というよりはむしろ、経験的なヒューリスティクスによるもののようにはみえる。つまり、システム2において、分析的処理とヒューリスティクスの利用が生じていることを意味すると考えられる。このことから、

2つのシステムがそれぞれ単純に、ヒューリスティクス過程と論理的分析過程とみるよりも、どちらのシステムにも異なったレベルで両方が含まれると考える方が、矛盾がないように思われる。各システムにおいて、長期記憶の検索や異なるヒューリスティクスの利用があり、程度は違えど形式的規範性の制約を受けているのではないだろうか。現状では、記憶研究からの知見と推理研究からの知見とをすり合わせるには十分な証左があるとはいえない。しかしながら、記憶研究からの知見を推理過程に組み込んでいくことによって、思考の各システムにおける処理をより詳細に理解することができれば、より現実的な思考モデルを目指すことが可能になると考えられる。

謝辞

査読者の方々には、丁寧なコメントをいただき改稿の際に参考にさせていただきました。感謝いたします。

引用文献

- Anderson, J. R. (1990) *The Adaptive Character of Thought*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Byrne, R. M. J. (1989) Suppressing valid inferences with conditionals. *Cognition*, 31, 61-83.
- Chater, N., & Oaksford, M. (2004) Rationality, rational analysis, and human reasoning. In K. I. Manktelow & M. C. Chung (Eds.), *Psychology of Reasoning: Theoretical and Historical Perspectives*. (1ed.). Hove, UK: Psychology Press.
- Chater, N., & Oaksford, M. (Eds.) (2008) *The Probabilistic Mind: Prospects for Bayesian Cognitive Science* (1ed.) Oxford, UK: Oxford University Press.
- Cheng, P. W. (1997) From covariation to causation: A causal power theory. *Psychological Review*, 104, 367-405.
- Cheng, P. W., & Holyoak, K. J. (1985) Pragmatic reasoning schemas. *Cognitive Psychology*, 17, 391-416.
- Cheng, P. W., & Novick, L. R. (1992) Covariation in natural causal induction. *Psychological Review*, 99, 365-382.
- Cosmides, L. (1989) The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with the Wason selection task. *Cognition*, 31, 187-276.
- Cummins, D. D. (1995) Naïve theories and causal deduction. *Memory & Cognition*, 23, 646-658.
- Cummins, D. D. (1997) Reply to fairley and manktelow's comment on "Naive theories and causal deduction". *Memory & Cognition*, 25, 415-416.
- Cummins, D. D., Lubart, T., Alksnis, O., & Rist, R. (1991) Conditional reasoning and causation. *Memory & Cognition*, 19, 274-282.
- De Neys, W., Schaeken, W., & d'Ydewalle, G. (2002) Causal conditional reasoning and semantic memory retrieval: A test of the semantic memory framework. *Memory & Cognition*, 30, 908-920.
- De Neys, W., Schaeken, W., & d'Ydewalle, G. (2005) Working memory and counterexample retrieval for causal conditionals. *Thinking and Reasoning*, 11, 123-150.
- Evans, J. St. B. T. (1989) *Bias in Human Reasoning: Causes and Consequences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Evans, J. St. B. T., Newstead, S.E., & Byrne, R. M. J. (1993) *Human reasoning: The psychology of Deduction*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (1996) *Rationality and Reasoning*. Hove, UK: Psychology Press.
- Evans, J. St. B. T., & Over, D. E. (2004) *If*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Fairley, N., & Manktelow, K. (1997) Causal and conditional inferences: A comment on cummins (1995) *Memory & Cognition*, 25, 413-414.
- Falmagne, R. J., & Gonsalves, J. (1995) Deductive inference. *Annual Review of Psychology*, 46, 525-559.
- Fillenbaum, S. (1975) If: Some uses. *Psychological Research*, 37, 245-260.

- Fillenbaum, S. (1976) Inducements: On phrasing and logic of conditional promises, threats, and warnings. *Psychological Research*, 38, 231-250.
- Gigerenzer, G., & Selten, R. (Eds.) (2001) *Bounded rationality: The adaptive Toolbox*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Gigerenzer, G., Todd, P. M., & The ABC Research Group. (1999) *Simple Heuristics that Make us Smart*. New York: Oxford University Press.
- Griggs, R. A., & Cox, J. R. (1982) The elusive thematic-material effect in Wason's selection task. *British Journal of Psychology*, 73, 407-420.
- Johnson-Laird, P. N. (1983) *Mental Models: Towards a Cognitive Science of Language, Inference and Consciousness*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Johnson-Laird, P. N., & Byrne, R. M. J. (1991) *Deduction*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates.
- Johnson-Laird, P. N., & Byrne, R. M. J. (2002) Conditionals: A theory of meaning, pragmatics, and inference. *Psychological Review*, 109, 646-678.
- Johnson-Laird, P. N., & Wason, P. C. (1970) A theoretical analysis of insight into a reasoning task. *Cognitive Psychology*, 1, 134-148.
- Kelley, H. H. (1967) Attribution theory in social psychology. In D. Levine (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation 1967*, Vol.15. Lincoln: University of Nebraska Press.
- Liu, In-mao., Lo, King-chung., & Wu, Jui-tun. (1996) A probabilistic interpretation of "if-then". *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A, 828-844.
- Manktelow, K. (1999) *Reasoning and Thinking*. Hove, UK: Psychology Press.
- Manktelow, K. I., & Over, D. E. (Eds.) *Rationality: Psychological and Philosophical Perspectives*. London: Routledge.
- Markovits, H. (2000) A mental model analysis of young children's conditional reasoning with meaningful premises. *Thinking and Reasoning*, 6, 335-347.
- Markovits, H., & Barrouillet, P. (2002) The development of conditional reasoning: A mental model account. *Developmental Review*, 22, 5-36.
- Markovits, H., & Vachon, R. (1990) Conditional reasoning, representation, and level of abstraction. *Developmental Psychology*, 26, 942-951.
- Oaksford, M., & Chater, N. (1993) Rationality: Psychological and philosophical perspectives. In K. I. Manktelow & D. E. Over (Eds.) *Rationality: Psychological and Philosophical Perspectives*. London: Routledge.
- Oaksford, M., & Chater, N. (1994) A rational analysis of the selection task as optimal data selection. *Psychological Review*, 101, 608-631.
- Quinn, S., & Markovits, H. (1998) Conditional reasoning, causality, and the structure of semantic memory: strength of association as a predictive factor for content effects. *Cognition*, 68, B93-B101.
- Quinn, S., & Markovits, H. (2002) Conditional reasoning with causal premises: Evidence for a retrieval model. *Thinking and Reasoning*, 8, 179-191.
- Simon, H.A. (1957) *Models of Man, Social and Rational: Mathematical Essays on Rational Human Behavior in a Social Setting*. New York: John Wiley & Sons.
- Slooman, S. A. (1996) The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin*, 119, 3-22.
- Sperber, D., & Wilson, D. (1986) *Relevance: Communication and Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Stanovich, K. E. (1999) *Who is Rational?: Studies of Individual Differences in Reasoning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Thompson, V. A. (1994) Interpretational factor in conditional reasoning. *Memory & Cognition*, 22, 742-758.
- Wason, P. C. (1966) Reasoning. In B. M. Foss (Ed.) *New Horizons in Psychology* (pp.135-151). Harmondsworth, Middlesex, UK: Penguin Books.
- Wason, P. C., & Johnson-Laird, P. N. (1972) *Psychology of Reasoning: Structure and Content*. London: Batsford.

(2009. 7. 7 受稿) (2009. 11. 9 受理)